

02.7.2004

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日  
Date of Application: 2003年 7月 8日

出願番号  
Application Number: 特願 2003-193287  
[ST. 10/C]: [JP 2003-193287]

出願人  
Applicant(s): シャープ株式会社

REC'D. 26 AUG 2004
WIPO PCT

PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 8月12日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

小川

洋

【書類名】 特許願  
【整理番号】 03J00602  
【提出日】 平成15年 7月 8日  
【あて先】 特許庁長官 殿  
【国際特許分類】 F01B 11/00  
F25B 9/14  
F25B 29/00  
【発明の名称】 スターリング機関  
【請求項の数】 4  
【発明者】  
【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シャープ株  
式会社内  
【氏名】 吉村 和士  
【発明者】  
【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シャープ株  
式会社内  
【氏名】 高井 健二  
【発明者】  
【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シャープ株  
式会社内  
【氏名】 北村 義之  
【発明者】  
【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シャープ株  
式会社内  
【氏名】 山上 真司  
【発明者】  
【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シャープ株  
式会社内  
【氏名】 坂元 仁

## 【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シャープ株式会社内

【氏名】 安村 浩至

## 【特許出願人】

【識別番号】 000005049

【氏名又は名称】 シャープ株式会社

## 【代理人】

【識別番号】 100085501

【弁理士】

【氏名又は名称】 佐野 静夫

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100111811

【弁理士】

【氏名又は名称】 山田 茂樹

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100121256

【弁理士】

【氏名又は名称】 小寺 淳一

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 024969

【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0208726

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 スターリング機関

【特許請求の範囲】

【請求項1】 シリンダと、シリンダ内に往復動自在に配置されたピストンと、前記ピストンと位相差を備えて往復動するディスプレーサと、前記ピストンを駆動するリニアモータと、前記シリンダ、ピストン、ディスプレーサ及びピストンを覆う圧力容器とを備えたスターリング機関において、

前記圧力容器を分割部により分割可能に形成するとともに、その分割部は、シール部材を用いて封止する仮封止と、溶接により封止する本封止の双方が可能に形成されたことを特徴とするスターリング機関。

【請求項2】 前記分割部は、少なくとも一方の圧力容器形成体に法兰ジ形状部を設け、前記法兰ジ形状部にシール部材配置部を備えるとともに、この法兰ジ形状部の周方向外側に本封止をするための溶接箇所を配置したことを特徴とする請求項1に記載のスターリング機関。

【請求項3】 前記分割部が、前記リニアモータのスプリング側端よりもディスプレーサ配置側に位置することを特徴とする請求項2に記載のスターリング機関。

【請求項4】 前記分割部が、前記リニアモータの軸線方向中央部に位置することを特徴とする請求項3に記載のスターリング機関。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明はスターリング機関に関する。

【0002】

【従来の技術】

スターリング機関は、フロンでなくヘリウム、水素、窒素などを作動ガスとして用い得るので、オゾン層の破壊を招くことのない熱機関として注目を集めている。特許文献1～3にスターリング機関の例を見る事ができる。

【0003】

**【特許文献 1】**

特開2000-337725号公報

**【特許文献 2】**

特開2001-231239号公報

**【特許文献 3】**

特開2002-349347号公報

**【0004】****【発明が解決しようとする課題】**

スターリング機関は微妙なバランスのもとで運転を成立させるものであり、所期の性能を発揮させるためには設計及び組立調整を適切に、且つ入念に行うこと必要となる。そのため、1台毎に性能チェックが欠かせない。しかしながらスターリング機関は、構成要素が圧力容器内に封入されており、所期の性能が出ていないことを発見しても、調整し直すことが容易ではなかった。

**【0005】**

本発明は上記問題に鑑みてなされたものであり、性能チェック後の調整が容易なスターリング機関を提供することを目的とする。

**【0006】****【課題を解決するための手段】**

上記課題を解決するため、本発明ではスターリング機関を次のように構成した

。

**【0007】**

(1) シリンダと、シリンダ内に往復動自在に配置されたピストンと、前記ピストンと位相差を備えて往復動するディスプレーサと、前記ピストンを駆動するリニアモータと、前記シリンダ、ピストン、ディスプレーサ及びピストンを覆う圧力容器とを備えたスターリング機関において、前記圧力容器を分割部により分割可能に形成するとともに、その分割部は、シール部材を用いて封止する仮封止と、溶接により封止する本封止の双方が可能に形成されるものとした。

**【0008】**

この構成によれば、圧力容器を仮封止して組み立てた状態で性能チェックを行

うことが可能であるので、不具合が見つかればすぐに圧力容器を分解して不具合の原因を排除することができる。従って、不具合のある組立品を不良品として廃棄せずに済み、資源の無駄が生じない。また、全ての組立品を品質基準を満たす形で出荷することができ、製品の信頼性が高まる。

#### 【0009】

(2) 上記のようなスターリング機関において、分割部は、少なくとも一方の圧力容器形成体にフランジ形状部を設け、前記フランジ形状部にシール部材配置部を備えるとともに、このフランジ形状部の周方向外側に本封止をするための溶接箇所を配置するものとした。

#### 【0010】

この構成によれば、フランジ形状部にシール部材を配置することにより容易に仮封止を行うことができ、更には、本封止の際の溶接箇所がフランジ形状部の周方向外側となるので、圧力容器内に配置された構成に対して、溶接時の熱による変形等の悪影響が生じることがない。なお、このような熱の影響は、例えばリニアモータのエンドブラケットを樹脂で製造した場合のように、圧力容器内に樹脂体を備える場合に生じやすいため、このような構成を備えるものに対して良好に適用することが可能である。

#### 【0011】

(3) 上記のようなスターリング機関において、前記分割部が、前記リニアモータのスプリング側端よりもディスプレーサ配置側に位置するものとした。

#### 【0012】

この構成によれば、仮封止後に性能チェック試験などを行った際には、圧力容器を再び分割するとリニアモータが露出するため、点検・調整を行う作業が容易になる。また、本封止の際の溶接箇所がフランジ形状部の周方向外側となるので、溶接時の熱の影響がリニアモータに及ぶことがない。

#### 【0013】

(4) 上記のようなスターリング機関において、前記分割部が、前記リニアモータの軸線方向中央部に位置するものとした。

#### 【0014】

この構成によれば、圧力容器の分割部とリニアモータの両エンドブラケットとの間に均等に距離を確保することができ、分割部を溶接して本封止を行うこととしても、溶接熱でエンドブラケットが熱せられることが少ない。従って、エンドブラケットが合成樹脂製であったとしても熱による損傷を懸念せずに済む。

### 【0015】

#### 【発明の実施の形態】

以下、本発明の第1実施形態を図1～3に基づき説明する。図1はスターリング機関の完成品の断面図、図2は仮接合の段階における断面図、図3は図2の要部拡大図である。

### 【0016】

スターリング機関1の組立の中心となるのはシリンダ10、11である。シリンダ10、11の軸線は同一直線上に並ぶ。シリンダ10にはピストン12が挿入され、シリンダ11にはディスプレーサ13が挿入される。ピストン12及びディスプレーサ13は、スターリング機関1の運転中、ガスベアリングの仕組みによりシリンダ10、11の内壁に接触することなく往復運動する。

### 【0017】

ピストン12の一方の端にはカップ状のマグネットホルダ14が固定される。ディスプレーサ13の一方の端からはディスプレーサ軸15が突出する。ディスプレーサ軸15はピストン12及びマグネットホルダ14を軸方向に自由にスライドできるように貫通する。スターリング機関1の運転中、ディスプレーサ軸15はピストン12に接触することなく動く。

### 【0018】

シリンダ10はピストン12の動作領域にあたる部分の外側にリニアモータ20を保持する。リニアモータ20は、コイル21を備えた外側ヨーク22と、シリンダ10の外面に接するよう設けられた内側ヨーク23と、外側ヨーク22と内側ヨーク23の間の環状空間に挿入されたリング状のマグネット24と、外側ヨーク22及び内側ヨーク23を所定の位置関係に保持する合成樹脂製エンドブラケット26、27と、該エンドブラケット26、27間を一定の距離に保つためのスペーサ25とを備える。マグネット24はマグネットホルダ14に固定

され、外側ヨーク22と内側ヨーク23のいずれにも接触しないように支持されている。

### 【0019】

マグネットホルダ14のハブの部分にはスプリング30の中心部が固定される。ディスプレーサ軸15にはスプリング31の中心部が固定される。スプリング30、31の外周部はエンドブラケット27に固定される。スプリング30、31の外周部同士の間にはスペーサ32が配置されており、これによりスプリング30、31は一定の距離を保つ。スプリング30、31は円板形の素材にスパイラル状の切り込みを入れたものであり、ピストン12、ディスプレーサ13のそれぞれに共振を起こさせる役割を果たす。

### 【0020】

シリンダ11のうち、ディスプレーサ13の動作領域にあたる部分の外側には伝熱ヘッド40、41が配置される。伝熱ヘッド40はリング状、伝熱ヘッド41はキャップ状であって、いずれも銅や銅合金など熱伝導の良い金属からなる。伝熱ヘッド40、41は各々リング状の内部熱交換器42、43を介在させた形でシリンダ11の外側に支持される。内部熱交換器42、43はそれぞれ通気性を有し、内部を通り抜ける作動ガスの熱を伝熱ヘッド40、41に伝える。伝熱ヘッド40にはシリンダ10及び圧力容器50が連結される。

### 【0021】

伝熱ヘッド40、シリンダ10、11、ピストン12、及び内部熱交換器42で囲まれた環状の空間は圧縮空間45となる。伝熱ヘッド41、シリンダ11、ディスプレーサ13、及び内部熱交換器43で囲まれる空間は膨張空間46となる。

### 【0022】

内部熱交換器42、43の間には再生器47が配置される。再生器47も通気性を有し、内部を作動ガスが通る。再生器47の外側を再生器チューブ48が包む。再生器チューブ48は伝熱ヘッド40、41の間に気密通路を構成する。

### 【0023】

リニアモータ20、シリンダ10、及びピストン12を筒状の圧力容器50が

覆う。圧力容器 50 の内部はバウンス空間 51 となる。圧力容器 50 の構造は後で詳細に説明する。

#### 【0024】

圧力容器 50 には振動抑制装置 60 が取り付けられる。振動抑制装置 60 は、圧力容器 50 に固定されるフレーム 61 と、フレーム 61 に支持された板状のスプリング 62 と、スプリング 62 に支持されたマス (質量) 63 とからなる。

#### 【0025】

スターリング機関 1 は次のように動作する。リニアモータ 20 のコイル 21 に交流電流を供給すると外側ヨーク 22 と内側ヨーク 23 の間にマグネット 24 を貫通する磁界が発生し、マグネット 24 は軸方向に往復する。ピストン系 (ピストン 12、マグネットホルダ 14、マグネット 24、及びスプリング 30) の総質量と、スプリング 30 のバネ定数とにより定まる共振周波数に一致する周波数の電力を供給することにより、ピストン系は滑らかな正弦波状の往復運動を開始する。

#### 【0026】

また、ディスプレーサ系 (ディスプレーサ 13、ディスプレーサ軸 15、及びスプリング 31) の総質量と、スプリング 31 のバネ定数とにより定まる共振周波数を、ピストン 12 の駆動周波数に共振するよう設定する。

#### 【0027】

そして、ピストン 12 を往復運動させると、圧縮空間は圧縮、膨脹が繰り返される。この圧力の変化に伴って、ディスプレーサ 13 も往復運動を行う。このとき、圧縮空間 45 と膨脹空間 46 との間の流動抵抗等により、ディスプレーサ 13 とピストン 12 との間には位相差が生じることになる。上記のようにしてフリーピストン構造のディスプレーサ 13 はピストン 12 の振動周波数とは位相差を有して同期して振動する。

#### 【0028】

このような動作により、圧縮空間 45 と膨脹空間 46 との間にスターリングサイクルが形成される。圧縮空間では等温圧縮変化に基いて作動ガスの温度が上昇し、膨脹空間 46 では等温膨脹変化に基づいて作動ガスの温度が低下する。この

ため、圧縮空間 4 5 の温度は上昇し、膨張空間 4 6 の温度は下降する。

### 【0029】

運転中に圧縮空間 4 5 と膨張空間 4 6 の間を往復する作動ガスは、内部熱交換器 4 2、4 3 を通過する際に、その有する熱を内部熱交換器 4 2、4 3 を通じて良好に伝熱ヘッド 4 0、4 1 に伝える。圧縮空間 4 5 から再生器 4 7 へ流れ込む作動ガスは高温であるため伝熱ヘッド 4 0 は加熱され、伝熱ヘッド 4 0 はウォームヘッドとなる。膨張空間 4 6 から再生器 4 7 へ流れ込む作動ガスは低温であるため伝熱ヘッド 4 1 は冷却され、伝熱ヘッド 4 1 はコールドヘッドとなる。伝熱ヘッド 4 0 より熱を大気へ放散し、伝熱ヘッド 4 1 で特定空間の温度を下げるこにより、スターリング機関 1 は冷凍機関としての機能を果たす。

### 【0030】

再生器 4 7 は、圧縮空間 4 5 と膨張空間 4 6 の熱を相手側の空間には伝えず、作動ガスだけを通す働きをする。圧縮空間 4 5 から内部熱交換器 4 2 を経て再生器 4 7 に入った高温の作動ガスは、再生器 4 7 を通過するときにその熱を再生器 4 7 に与え、温度が下がった状態で膨張空間 4 6 に流入する。膨張空間 4 6 から内部熱交換器 4 3 を経て再生器 4 7 に入った低温の作動ガスは、再生器 4 7 を通過するときに再生器 4 7 から熱を回収し、温度が上がった状態で圧縮空間 4 5 に流入する。すなわち再生器 4 7 は蓄熱装置としての役割を果たす。

### 【0031】

圧力容器 5 0 の構造は次のようにになっている。すなわち圧力容器 5 0 は、伝熱ヘッド 4 0 に接合される圧力容器形成体の一方であるリング状部 5 2 と、このリング状部 5 2 に接合される圧力容器形成体の他方であるドーム状部 5 3 とに 2 分割されている。分割面はスターリング機関 1 の軸線と直角であり、且つリニアモータ 2 0 を横切る位置にある。より正確に言えば、リニアモータ 2 0 の軸線方向中央部を横切る位置にある。

### 【0032】

リング状部 5 2 、ドーム状部 5 3 ともステンレス鋼製である。リング状部 5 2 の一端はテープ状に絞り込まれ、伝熱ヘッド 4 0 に口付けされる。テープ状の絞り込み部 5 2 a は、バウンス空間 5 1 の容積を縮小するのに役立つ。リング状

部52の他端と、これに向かい合うドーム状部53の開口端には、フランジ形状部54、55が形成される。

### 【0033】

フランジ形状部54、55の構造を図3を用いて詳細に説明する。フランジ形状部54、55とともに、別体として成形したステンレス鋼製のリングをリング状部52、ドーム状部53に溶接して形成される。溶接は隅肉溶接56である。フランジ形状部54、55の周方向内側には、フランジ形状部54側を凹とし、フランジ形状部55側を凸とするシール部材配置部57が設けられ、仮封止時にはシール部材70を配置するすることにより、密閉を保つことができる。また、フランジ形状部54、55の接合面と反対側の面には、仮封止時の締付リング71、72と当接する当接面であり、隅肉溶接56を施したときに当接面からロウ材が流れ出ないように、凹状の段差を備えた形状に形成されている。

### 【0034】

フランジ形状部54、55は最終的には互いの端面の周方向外側同士を溶接し、溶接部58（図1参照）をもって本接合される。溶接のため、フランジ形状部54、55の合わせ目には開先部59が形設されている（図3参照）。そのため、フランジ形状部54、55の端面であって周方向外側には溶接箇所となるテー<sup>一</sup>パ部59が形設されロウ材を盛りやすい形状が形成されている（図3参照）。そして、本発明では、溶接による本接合に先だって仮接合を行い、その状態でスターリング機関としての性能チェックを行う。

### 【0035】

仮封止は次のようにして行う。まず図3に示すように、フランジ形状部54側のシール部材配置部57にシール部材70を入れる。シール部材70はOリングである。それからフランジ形状部55の端面側をフランジ形状部54の端面に当接させると、シール部材70はフランジ形状部54、55間に挟まれる形になる。

### 【0036】

続いて、図2に示すように、フランジ形状部54、55を1対の締付リング71、72で挟む。この締付リング71、72をボルト73で締め付けると、シ

ル部材 70 は圧縮されて変形し、フランジ形状部 54、55 の間の気密性が高まる。これにより、圧力容器 50 の内圧を高めても作動ガスが漏れることはなくなる。

### 【0037】

仮封止の状態でスターリング機関 1 の性能チェックを行う。不具合が見つかればボルト 73 を緩めて締付リング 71、72 による締付を解き、ドーム状部 53 をリング状部 52 から取り外す。そして各部の点検や調整を行う。リニアモータ 20 を横切る位置に分割部があるので、ドーム状部 53 を取り外せばリニアモータ 20 が露出状態になり、リニアモータ 20 の点検・調整を容易に行うことができる。

### 【0038】

点検・調整を行い、不具合の原因を排除した後、再びドーム状部 53 をかぶせて仮接合し、性能を再度チェックする。

### 【0039】

所期の性能を確認できたら仮封止から本封止に移る。締付リング 71、72 を取り外し、テープ部 59 を溶接することにより本封止を行う。溶接を始める前にシール部材 70 を取り外す。なお、溶接の熱に耐えられるものであれば、シール部材 70 はそのままフランジ形状部 54、55 の間に残してもよい。

### 【0040】

本封止の溶接箇所はフランジ形状部 54、55 の外周部同士であり、圧力容器 50 内の構成要素から遠ざかっている。従って、圧力容器 50 内の構成要素が溶接の熱で損傷を受ける率が低くなる。

### 【0041】

本実施形態では、圧力容器 50 の分割部はリニアモータ 20 の軸線方向中央部に位置している。そのため、溶接箇所とエンドブラケット 26、27 との間に均等に距離を確保することができ、エンドブラケット 26、27 のいずれにも溶接の熱が届きにくい。従って、合成樹脂製のエンドブラケット 26、27 を用いた場合であっても熱で損傷を受けることはない。特に、本実施形態の構成では、エンドブラケット 27 にスプリング 30、31 を固定するようにしている。そのた

め、エンドプラケット27が変形すると、スプリング30、31の位置がずれる場合がある。この位置ずれが発生すると、圧縮空間45、膨脹空間46の容積や、ピストン及びディスプレーサの振動系に影響を与えることになる。しかし、上記構成によれば、溶接時の熱の影響によりこのような位置ずれが発生しないため、良好に性能を発揮することが可能となる。

#### 【0042】

第2実施形態を図4に示す。図4はスターリング機関の完成品の断面図である。第1実施形態と同一の構成要素や機能的に共通する構成要素には第1実施形態の説明で使用した符号をそのまま付し、説明は省略する。

#### 【0043】

圧力容器50は、開口端にリングを溶接してフランジ形状部55を形成したドーム状部53と、伝熱ヘッド40に着脱自在のフランジ形状部80とにより構成される。圧力容器50の分割面はリニアモータ20よりもディスプレーサ13側となる。

#### 【0044】

仮封止におけるフランジ形状部55、80の接合はボルト73による締め付けをもって行う。フランジ形状部55とフランジ形状部80の間、伝熱ヘッド40の外周面とフランジ形状部80の内周面との間、及び伝熱ヘッド40の外側面とフランジ形状部80の内側面の間にはそれぞれシール部材70を挟み込んでおき、気密性を高める。

#### 【0045】

第2実施形態においては、「仮封止」として指定された締付トルクでボルト73を締め付けておいてスターリング機関1の性能チェックを行う。不具合が見つかればボルト73を緩めてフランジ形状部55、80の連結を解き、ドーム状部53を伝熱ヘッド40から取り外して各部の調整を行う。調整し直した後、再びドーム状部53をかぶせて仮接合し、性能チェックを行う。所期の性能を確認できたら、ボルト73とフランジ形状部80とを取り外し、伝熱ヘッド40とフランジ形状部55とを溶接し、本封止を行う。

#### 【0046】

以上本発明の各実施形態につき説明したが、発明の主旨を逸脱しない範囲でさらに種々の変更を加えて実施することが可能である。

### 【0047】

#### 【発明の効果】

本発明によれば、圧力容器を仮接合して組み立てた状態で性能チェックを行うので、不具合があればすぐに圧力容器を分解して不具合の原因を排除することができる。従って、不具合のある組立品を市場に出すこともなく、あるいは不良品として廃棄することもなく、製品の信頼性が高まるとともに資源の無駄も生じない。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1実施形態に係るスターリング機関の完成品の断面図

【図2】 上記スターリング機関の仮接合の段階における断面図

【図3】 図2の要部拡大図

【図4】 本発明の第2実施形態に係るスターリング機関の完成品の断面図

#### 【符号の説明】

- 1 スターリング機関
- 10、11 シリンダ
- 12 ピストン
- 13 ディスプレーサ
- 20 リニアモータ
- 45 圧縮空間
- 46 膨張空間
- 50 圧力容器
- 51 バウンス空間
- 52 リング状部
- 53 ドーム状部
- 54、55 フランジ形状部
- 57 シール部材配置部
- 58 溶接部

71、72 締付リング

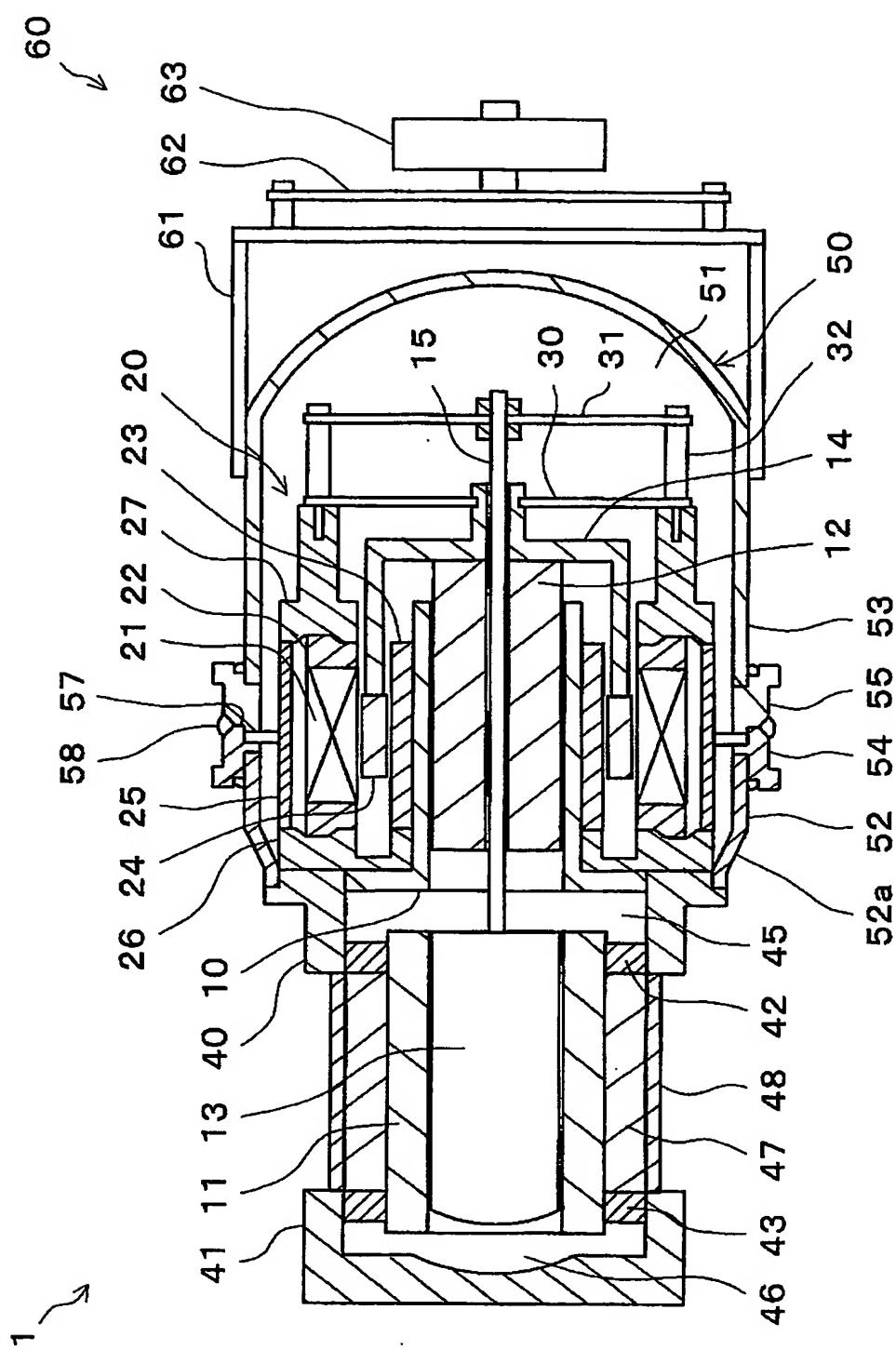
73 ボルト

80 フランジ形状部

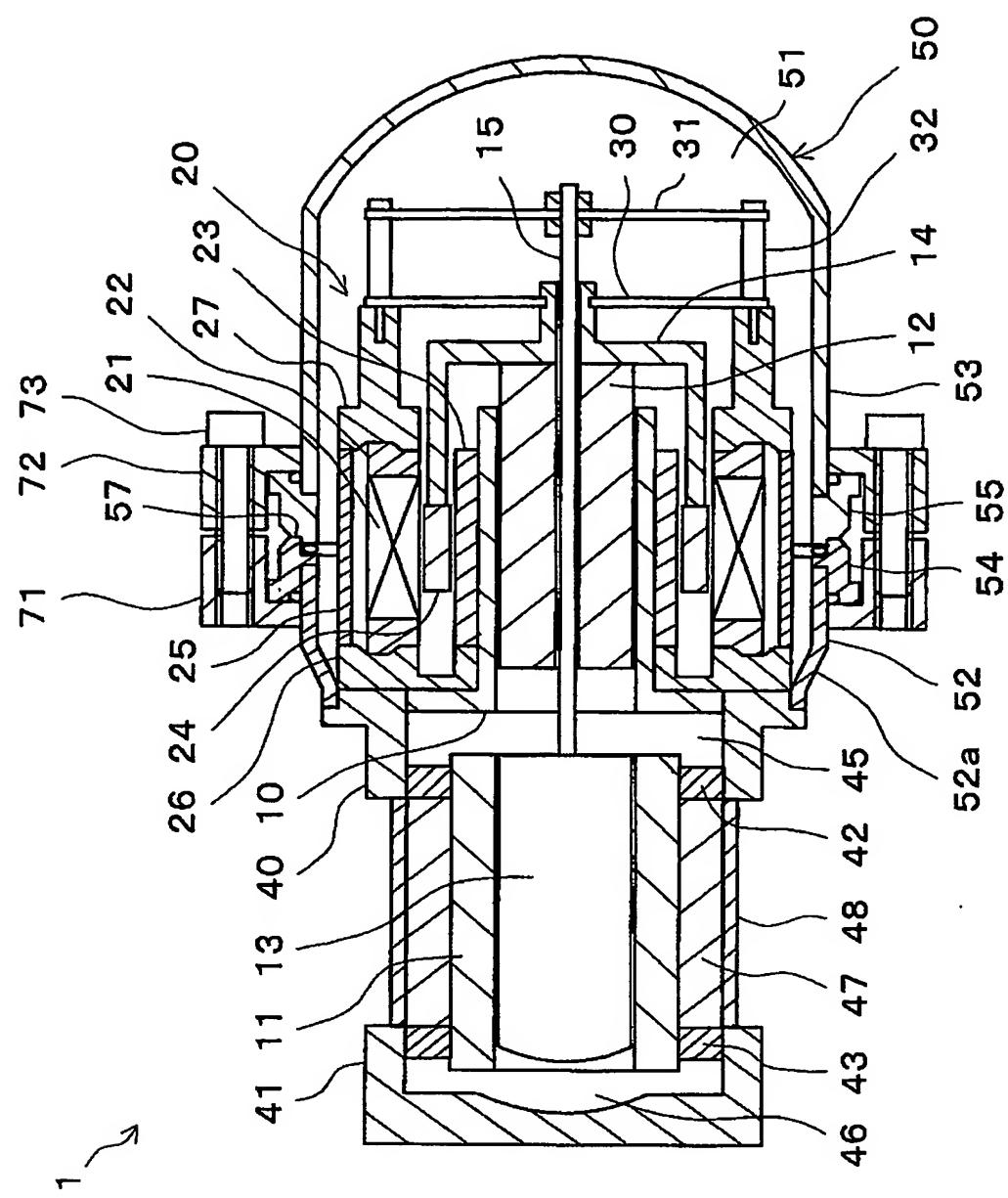
【書類名】

図面

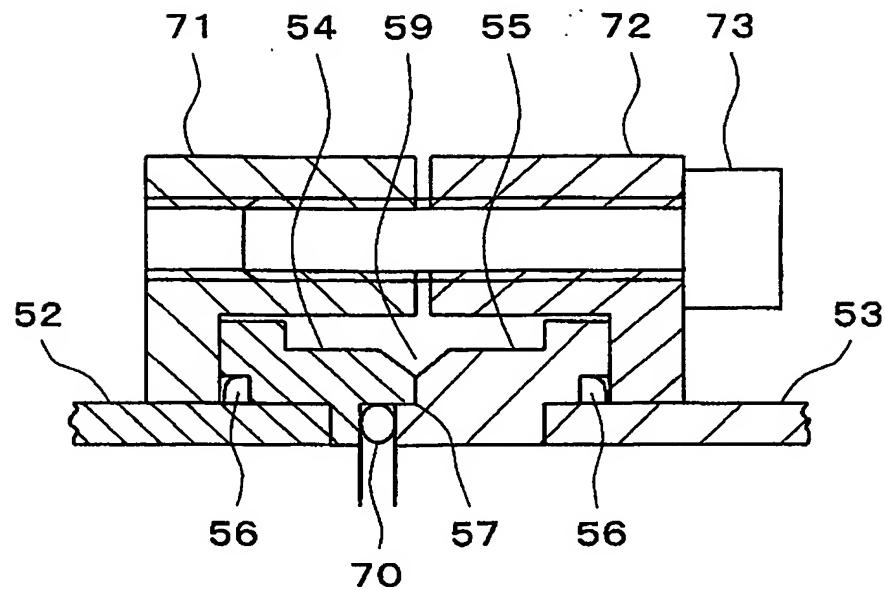
【図1】



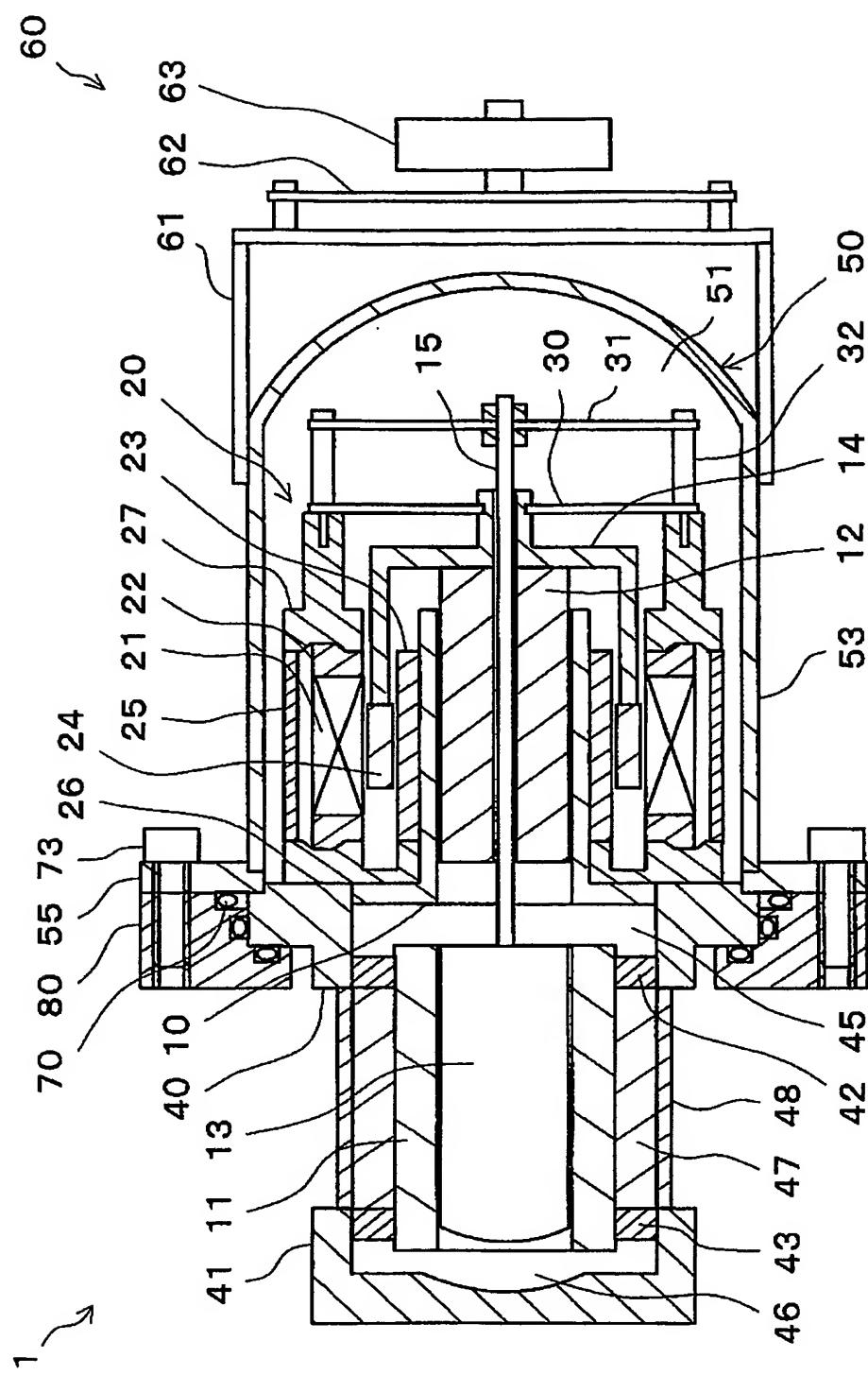
【図2】



【図3】



【図4】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 性能チェック後の調整が容易なスターリング機関を提供する。

【解決手段】 スターリング機関1では、リニアモータ20がシリンダ10の中のピストン12を往復運動させるとシリンダ11の中のディスプレーサ13も往復運動し、圧縮空間45と膨張空間46の間を作動ガスが移動する。筒状の圧力容器50がリニアモータ20、シリンダ10、及びピストン12を覆い、内部にバウンス空間51を形成する。圧力容器50はリング状部52とドーム状部53に分割される。分割部には別体のリングを固定して外向きのフランジ形状部54、55が形成されている。フランジ形状部54、55を合わせて締付リング71、72とボルト73で締め付け、仮封止を行う。この状態で性能チェックを行った後、フランジ形状部54、55の外周部同士を溶接して本封止を行う。

【選択図】 図1

特願 2003-193287

出願人履歴情報

識別番号 [000005049]

1. 変更年月日 1990年 8月29日

[変更理由] 新規登録

住 所 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号  
氏 名 シャープ株式会社